**VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE QUÍMICA**

**Valoración del comportamiento del proceder tecnológico en una quesería**

***Assessment of the behavior of the technological procedure in a cheese factory***

**Glennys Aguila Hernández1, Jesús D. Luis Orozco2, Bisleivys Jiménez Valero3, Lourdes Y. González Sáez4**

1. Glennys M. Aguila Hernández. Universidad de Matanzas, Cuba
2. Jesús D. Luis Orozco. Universidad de Matanzas, Cuba. E-mail: jesus.luis@umcc.cu
3. Lourdes Y. González Sáez. Universidad de Matanzas, Cuba. E-mail: lourdes.gonzalez@umcc.cu
4. Bisleivys Jiménez Valero. Universidad de Matanzas, Cuba. E-mail: bisleivys.jimenez@umcc.cu

**Resumen:**

En la Industria procesadora de queso “Germán Hernández Salas” de Cárdenas se realiza el presente trabajo en el proceso de obtención de queso. Se desarrolla con el objetivo de evaluar el comportamiento de la disciplina tecnológica; se determinaron las causas que producen violación de la misma. Para ello se emplearon herramientas recogidas en la literatura como son: Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés), cartas de control, listas de chequeo, diagrama de Ishikawa, prueba de hipótesis, “Análisis de modos de falla y efectos” (FMEA por sus siglas en inglés), análisis de indicadores económicos de la producción e índice de calidad del agua. Entre las principales causas detectadas están: la falta de control del proceso, la mano de obra, entorno socioeconómico desfavorable y problemas con el mantenimiento. Se dejan de ingresar 52435 $/mes por concepto de violación de la disciplina tecnológica; se produce un incremento de la afectación a la calidad ambiental en un 67%; se detecta que la calidad del producto terminado se afecta.

***Abstract:*** *In the "Germán Hernández Salas" cheese processing industry in Cárdenas, this work is carried out in the process of obtaining cheese. It is developed with the objective of evaluating the behavior of the technological discipline; the causes that lead to its violation were determined. For this, tools collected in the literature were used, such as: Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP), control charts, checklists, Ishikawa diagram, hypothesis test, "Analysis of modes of failure and effects "(FMEA for its acronym in English), analysis of economic indicators of production and water quality index. Among the main causes detected are: the lack of control of the process, the workforce, unfavorable socioeconomic environment and problems with maintenance. $ 52435 / month is forfeited for the violation of technological discipline; there is an increase in the impact on environmental quality by 67%; it is detected that the quality of the finished product is affected.*

**Palabras Clave:** fábrica de queso, disciplina tecnológica, control del proceso, cartas de control, calidad

***Keywords:*** *cheese factory, technological discipline, process control, control charts, quality*

**1. Introducción**

Las principales etapas en la fabricación de queso, según Michel, et al (2003), Ballester (2005) son: Estandarización, Pasteurización, Coagulación, Desuere, Salado, Prensado, Empacado y Limpieza.

La Estandarización es la etapa del proceso que garantiza la obtención de un queso homogéneo, es donde se realiza el balance de las materias primas que se utilizan en la composición de la mezcla para que al llegar al producto final cuente con los parámetros establecidos.

La Pasteurización destruye un gran número de bacterias patógenas, garantiza la obtención de un queso de calidad y más seguro, siempre que las operaciones posteriores cumplan con las normas establecidas.

En la Coagulación comienza la transformación de la leche en queso, etapa que está seriamente regulada por la cantidad y tipo de microorganismos, temperatura, contenido de sales y otros componentes solubles en la leche.

La etapa de Salado se hace posible mediante una salmuera que es también estandarizada. El Desuerado comienza con el corte de la cuajada y la cocción de esta, seguidamente comienza el desuerado propiamente que es la eliminación de suero como consecuencia de la coagulación de la leche. Este proceso se puede hacer en diferentes etapas como el auto prensado y el prensado para garantizar la consistencia final del queso. El suero obtenido es rico en proteínas y puede ser utilizado en la elaboración de requesón o como alimento animal. El Empacado es donde se prepara el queso para ser distribuido.

Para garantizar el correcto funcionamiento de las etapas que acaban de ser descrita es necesario mantener un control adecuado sobre ellas de forma tal que se garantice la calidad e inocuidad del producto final obtenido. Por esta razón el objetivo de este trabajo es determinar el estado de control bajo el que opera este proceso productivo.

**2. Metodología**

Para realizar el proceso de evaluación se muestrearon de forma aleatoria un total de 20 días durante cuatro meses de operación, manteniendo un estricto control sobre cada uno de los parámetros seleccionados. Los días analizados incluyen diferentes volúmenes de queso producido y diferentes períodos del año. El proceso investigativo se desarrolló transitando por las siguientes etapas:



*Figura 1: Etapas del proceso investigativo*

**3. Resultados y discusión**

**Comportamiento de la instrumentacion y las normas en el proceso**

**3.1. Exploración del estado instrumental de la planta.**

Todo proceso tecnológico está regido por normas que establecen los requisitos necesarios para llegar a un producto terminado que cumpla con las expectativas de calidad y seguridad en general, lo que es posible en buena medida por la existencia de los instrumentos de medición, su ausencia puede influir en el control del proceso, y en la validez del producto final. En la tabla 3.1 se muestra el estado instrumental del proceso.

Tabla 3.1. Resumen del estado instrumental del proceso

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parámetros** | **Cantidad a controlar por norma** | **Controles reales** | **Tipo de medición** | **Controles en proceso** | **No se hacen y están normadas** | **Se hacen y no están normadas** | **Registros** |
| **Temperatura** | 16 | 12 | Directa  | 1 | 3 | - | 12 |
| **Presión** | 1 | - | Directa | - | - | - | - |
| **Densidad** | 2 | 5 | Indirecta  | - | 1 | 4 | 5 |
| **% Acidez** | 12 | 11 | Indirecta | - | 1 | 1 | 11 |
| **% grasa** | 4 | 4 | Indirecta | - | - | - | 4 |
| **% sólidos no grasos** | 1 | 1 | Indirecta | - | 1 | 1 | 1 |
| **% proteínas** | 1 | - | Indirecta | - | - | - | - |
| **Tiempo** | 8 | - | Directa | - | - | - | - |
| **% cloruros** | 3 | 1 | Indirecta | - | 2 | - | 1 |
| **% Humedad** | 3 | 3 | Indirecta | - | - | - | 3 |
| **Total** | 51 | 37 | - | 1 | 8 | 6 | 37 |

Fuente: elaboración propia

El análisis del estado instrumental del proceso (tabla 3.1) permite concluir que:

* De dieciséis mediciones de temperaturas sólo se realiza una directamente al equipo, dos no se realizan y doce son ejecutadas por personal del laboratorio, haciendo uso del toma muestra que poseen los equipos y de un termómetro portátil, esta operación puede alterar con gran facilidad el valor real de la medición debido a los residuos que quedan en el fondo del toma muestra o por no sacar la suficiente cantidad de mezcla para realizar la medición. Se encuentran en este grupo las operaciones de calentamiento y enfriamiento que suman un total de trece controles de este parámetro.
* La presión de homogenización no se controla, por falta de manómetro, se trabaja según la experiencia de los operarios. Este fenómeno conspira en contra de la emulsión de los glóbulos de grasa.
* El tiempo debe ser controlado en 8 momentos y no se realiza, es un parámetro muy importante para algunas etapas, sobre todo para cuando está ocurriendo la actividad de los cultivos, en los procesos de coagulación.
* De los parámetros que son mediciones indirectas, de 25 establecidas se realizan 20, además seis se hacen por interés del laboratorio sin estar normadas, pues son necesarias dadas las características de las materias primas que están usando, por no tener proveedor estable de estas.
* En resumen de 51 parámetros a medir se controlan realmente 31 pues de los 37 controlados, hay 6 que no están establecidos en la norma
* El funcionamiento de esta planta es dudoso e inseguro teniendo en cuenta el resultado de esta conciliación. El estado instrumental que presenta la misma no es el adecuado, la evaluación de su funcionamiento debe ser tarea prioritaria en el plan de acciones, contemplando un riguroso plan de mantenimiento que responda a las exigencias tecnológicas y a las normativas existentes.

**3.2. Análisis del cumplimiento de las normas establecidas en el proceso.**

La adopción de una norma de proceso puede definirse como su puesta en práctica de forma continua e ininterrumpida hasta tanto esta sea sustituida o mejorada por otra más apropiada o ventajosa. En la tabla 3.2 se muestra el estado de cumplimiento de la normativa en las diferentes etapas del proceso. La falta de instrumentación y control sobre el proceso que se analiza genera un gran cúmulo de problemas que de forma resumida serán abordados seguidamente.

Tabla 2: Estado del cumplimiento de las normas de operación en las diferentes etapas del proceso según prueba de hipótesis.

| **Etapa del proceso** | **Parámetro** | **Valor normado** | **Valor medio** | **Coeficiente de variación** | **Cumplimiento de la norma** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estandarización** | Grasa (%) | 10-13 | 9,700 | 2,661 | No |
| Sólidos no grasos (%) | 6,7-8,6 | 8,536 | 1,143 | Cumple |
| Densidad (g/L) | 1,0365-0,0375 | 1,025 | 0,031 | No |
| **Precalentamiento** | Temperatura (ºC) | 60-65 | 60,753 | 2,793 | Cumple |
| **Pasteurización** | Temperatura (ºC) | 72-76 | 80,776 | 2,317 | No |
| **Enfriamiento de la mezcla pasteurizada** | Temperatura (ºC) | 21-22 | 22,000 | 1,274 | Cumple |
| **Almacenamiento del cultivo industrial** | Temperatura de almacenamiento (ºC) | 21-22 | 22,036 | 0,468 | Cumple |
| Tiempo de almacenamiento (horas) | 12-18 | 18,192 | 0,858 | No |
| Temperatura del agua fría (ºC) | ≤ 4 | 9,23 | 6,776 | No |
| **Preparación de la salmuera** | Concentración de cloruros (%)  | 1,2 | 1,021 | 0,065 | Cumple |
| Densidad ( ºBe) | 21 | 20,5 | 2,571 | No |
| **Pasteurización de la cuajada** | Temperatura de pasteurización (ºC) | 72-74 | 80,760 | 4,189 | No |
| Temperatura del agua fría (ºC) | ≤ 8 | 9,09 | 8,807 | No |
| **Almacenamiento de la Cuajada** | Temperatura de almacenamiento (ºC) | ≤ 8 | 8,933 | 8,786 | No |
| Tiempo de almacenamiento (horas) | 16-18 | 18,679 | 6,675 | No |
| Acidez (%) | ≤ 0,68 | 0,775 | 5,206 | No |
| **Autoprensado** | Humedad (%) | 60-62 | 63,005 | 2,382 | No |
| Acidez (%) | 0,7-0,8 | 0,964 | 1,378 | No |
| **Prensado** | Humedad (%) | 54-56 | 58,126 | 3,914 | No |
| Acidez (%) | 0,8-0,95 | 0,957 | 1,913 | No |
| **Producto terminado** | Humedad (%) | 54-56 | 56,453 | 1,795 | No |
| Acidez (%) | 0,80-0,95 | 0,978 | 1,161 | No |
| Grasa (%) | ≥ 32 | 31,77 | 1,109 | No |

Fuente: elaboración propia

La mezcla a procesar no cumple con la norma en cuanto al contenido de grasa y densidad. La grasa está afectada por no ser bien dosificada, pues se trabaja en ocasiones con leche fresca que no es estable en cuanto a su composición. Por falta de control se desconoce si se cumple la presión de homogenización, lo que impide la distribución uniforme de la grasa en toda la mezcla. Además al no controlarse la temperatura de precalentamiento provoca que no se suministre el calor necesario para fundir la grasa, y queden islas de esta que no homogenicen y por ende la distribución sea poco uniforme. Este fenómeno conduce en etapas posteriores al sellado de los poros de los sacos, afecta el desuere y que el contenido de grasa en el queso y en el suero no sea uniforme. Esta situación también provoca dificultad para lograr una eficiente limpieza y residuales con mayor cantidad de grasas, que eleva la carga contaminante de estos.

En la etapa de pasteurización de la mezcla no se cumple con la norma, el valor medio está por encima del límite superior, es la única etapa que tiene instrumento de medición, pero se pierde la observación sobre ella y no se cumple con el valor normado. Como el incumplimiento es por exceso de temperatura, esto se traduce en un incremento innecesario del consumo de vapor.

El cultivo industrial no cumple con el tiempo de almacenamiento, ni con la temperatura del agua de enfriamiento. La temperatura del agua de enfriamiento se comporta entre 9-10 ºC cuando debe ser igual o menor a 4 ºC, lo que genera un incremento del tiempo para que el cultivo alcance la temperatura deseada, así como para mantenerla durante el período de reposo o almacenamiento del mismo, esto provoca un incremento en la acidez del cultivo, que afecta la cuajada en que será usado y la calidad final del queso. Al respecto Bustamante (2002) y Early (2000) plantean que el suero residual será también más ácido lo que lo hace más agresivo. De forma similar sucede con los largos períodos de almacenamientos los que favorecen una mayor actividad fermentativa, se incrementa el valor de la acidez y esta a su vez puede actuar como catalizador biológico y estimular reacciones secundarias.

Durante la obtención y uso del cultivo industrial se demostró que no cumple con los parámetros de:

* Tiempo de obtención del cultivo industrial: Este parámetro presenta un coeficiente de variación mucho mayor que 12 %, que denota una elevada dispersión de los valores observados y están muy alejados de lo que se establece. Períodos muy grandes de reposo favorecen el aumento de la acidez del cultivo y alteran este mismo parámetro en la cuajada que se traduce en un gasto adicional de agua pasteurizada para efectuarle el lavado, con el consiguiente aumento de residual.
* No cumple con el tiempo de agitación normado después de ser añadido el cultivo técnico, es de destacar que este parámetro presenta un coeficiente de variación de 20,96% lo que demuestra que el intervalo establecido de 5 a 10min según la norma es extremadamente variable.

La pasteurización de la cuajada no cumple con lo normado respecto a la temperatura de pasteurización y la de enfriamiento. Existe un sobrecalentamiento con el consiguiente incremento del consumo de vapor y disminución de calcio soluble. Cuando la temperatura es superior a los 80 ºC se produce la desnaturalización de las proteínas. Según Buffa (2001), se forman productos complejos, todo esto hace más difícil la coagulación, aumentando el tiempo para lograrla satisfactoriamente.

En el almacenamiento de la cuajada no se cumple con el tiempo de almacenamiento ni con la acidez de la cuajada, tampoco cumple con lo establecido en cuanto a la temperatura de la cuajada. El efecto de la temperatura, está muy relacionado con los microorganismos utilizados en la obtención del queso. El poder acidificante de los microorganismos se ve afectado por el tiempo de coagulación y la acidez. Todos estos factores determinan la fiabilidad de la cuajada y por consiguiente la del queso que se obtenga.

El autoprensado no cumple con la norma en cuanto a humedad y acidez, en las mediciones realizadas prevalecen valores por encima del establecido, esto es el resultado de no controlar atentamente el número de vueltas del volteador, este proceso se realiza por observación y no por períodos establecidos como está indicado. Este queso pasará a la etapa siguiente sin cumplir con lo establecido en esta fase, comprometiéndose las exigencias finales.

En el prensado se observa que no se cumple ni con la acidez ni la humedad del producto, resultado esperado pues recibió un queso que no cumplió con las especificaciones de salida de la operación anterior. A esta situación se suma que la operación se realiza con golpes fuertes y cortos, facilitando el cierre de la corteza del queso y de esa forma se impide el adecuado drenaje del suero del interior del queso. Es de señalar que las muestras que usaron cultivos más viejos, de mayor tiempo de almacenamiento, son las que presentan más acidez.

Toda esta situación en el proceso ha provocado que el producto final no cumpla con ninguno de los tres parámetros establecidos.

En resumen puede observarse que de un total de 12 operaciones, donde se controlaron 25 parámetros, solo cumplen con la norma según prueba de hipótesis 5 y no cumplen 20. Este resultado refleja el estado en que se encuentra la instrumentación y el control en el proceso.

**4. Conclusiones**

1. El estado de la instrumentación en el proceso productivo es crítico, esta situación provoca que de 51 parámetros a medir se controlen realmente 31 y de estos solo dos mediciones se realizan directamente en los equipos.
2. El estudio realizado permitió detectar que al realizar un control sobre 25 de los más importantes parámetros del proceso solo cumplen con el valor normado 4, generándose un gran número de violaciones de la disciplina tecnológica que repercuten negativamente en la producción.
3. El estado de cumplimiento de la disciplina tecnológica en esta industria no garantiza los requisitos de calidad del producto final obtenido.

**5. Referencias bibliográficas**

1. Ballester, P. (2005). La sal y los quesos. Revista Industrias Lácteas Españolas. Septiembre 2005. p17-20.
2. Buffa, M. N., Trujillo, A. J., Pavia, M., Guamis, B. (2001). Changes in textural, microstructural, and colour characteristics during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goats’ milk. International Dairy Journal. p 927-934.
3. Bustamante, M. A. (2002). El cuajo de cordero en pasta: Preparación y efecto en los procesos proteolíticos y lipolíticos de la maduración del Queso Idiazabal. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco, Vitoria-Gasteiz.
4. Early, Rallph (2000). Tecnologías de los productos lácteos. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
5. Michel Mahaut, Romane Jeantet, Gerar Brule (2003). Introducción a la tecnología quesera. Editorial Acribia S. A. Zaragoza. España.